

# 軽量型制止板によるスロッシング圧力の低減について\*

原 要一郎\*\*, 森田 英俊\*\*

## On Decrease in Sloshing Pressure by Lightweight-type Baffle Plates

Yoichiro Hara, Hidetoshi Morita

### Abstracts

On the first stage to design cargo ships such as LNG carriers, it is necessary to investigate the sloshing impact pressure on the upper part of the tank. To decrease the pressure, internal structures, such as baffle plates, are fitted in the tank. But the effect of internal structures have been unknown. In our previous paper, the sloshing pressure is much decreased by use of the baffle plate, which can be adjusted the vertical position to the liquid surface.

In this paper, to investigate the effect of improved baffle plates, the experiments of a rectangular tank model are performed in the following three cases, (1) no internal structure, (2) baffle plates to be changed the vertical position, and (3) lightweight-type baffle plates, and the effects of their baffle plates are shown by some graphs and are discussed.

**Key Words** : Sloshing, Liquid Cargo Tank, Internal Structure, Lightweight-type Baffle Plate

## 1. 緒 論

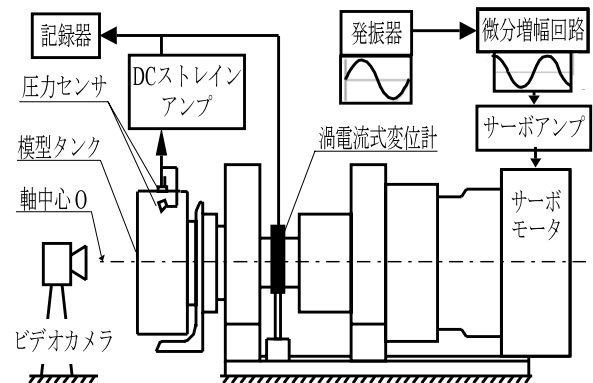
液体貨物運搬船のタンク内液体のスロッシングによるタンク前後頂部衝撃圧は設計初期段階での重要な検討項目である<sup>(1)</sup>。その衝撃圧を低減するため、タンク内に制止板などを設置している<sup>(1)~(3)</sup>。今まで制止板の影響について調べ、静止液体表面位置に対して制止板位置を可変できる位置可変型制止板を考案し、スロッシングの抑制について実験し、その効果が大きいことを示した<sup>(4)</sup>。

ここでは、位置可変式制止板をもっと小型、軽量にした軽量型制止板の効果を調べるため、(1)制止板がない場合、(2)位置可変式制止板を取付けた場合、(3)軽量型制止板を取付けた場合の実験を行い検討したので、ここに報告する。

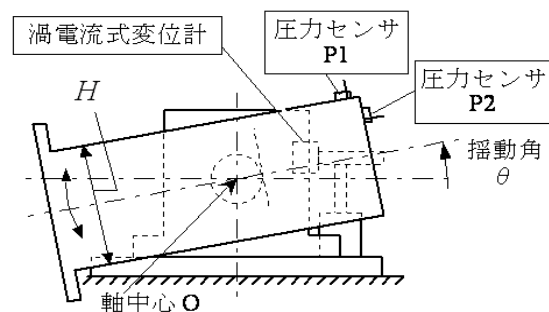
## 2. 実験装置および実験方法

図1は実験装置図で、(a)全体図、(b)角振動部である。周期、振幅を設定した正弦波を発信器で発生させ、微分増幅回路～減速機を介して、一定量の水を入れた矩形タンクを一定角振幅、一定振動

数で揺動させる。タンクの振動角は変位計で、衝撃圧はタンク上端側面から10mmおよび上端面



(a) 全体図



(b) 角振動部

図1 実験装置概略図

\* 原稿受付 平成21年9月25日

\*\* 佐世保工業高等専門学校 機械工学科

から 25mm 下に取付けた 2 個所の圧力センサ  $P_1$ ,  $P_2$  で、水の流動状態はビデオカメラで測定した。タンクは奥行き 64mm, 高さ 150mm, 長さ 390mm の透明アクリル製である。図 2 は内部構造物である。(b)位置可変式制止板は厚さ 2mm, 幅 38mm 長さ 50mm の板からなり、(c)軽量型制止板は長さを 20mm と短くしている。また、軽量型制止板の横方向位置は(c)の位置 A とその左右へ 30mm ずらした位置 B と C に設置し実験を行った。

### 3. 実験結果および考察

実験は、水位（=水高さ/タンク高さ）40, 60, 80%, 角振幅 3.5, 7.0, 10.5°, 振動数 1.0~1.6Hz（0.1Hz 刻み）と変えて行った。実験で得られた圧力波形を図 3.1 に示す。(a)制止板なしの場合、圧力が時間とともに大きく変動しているが、(b)可変式と(c)軽量型制止板の場合、圧力が非常に小さくなっている。この波形から求めた圧力最大値

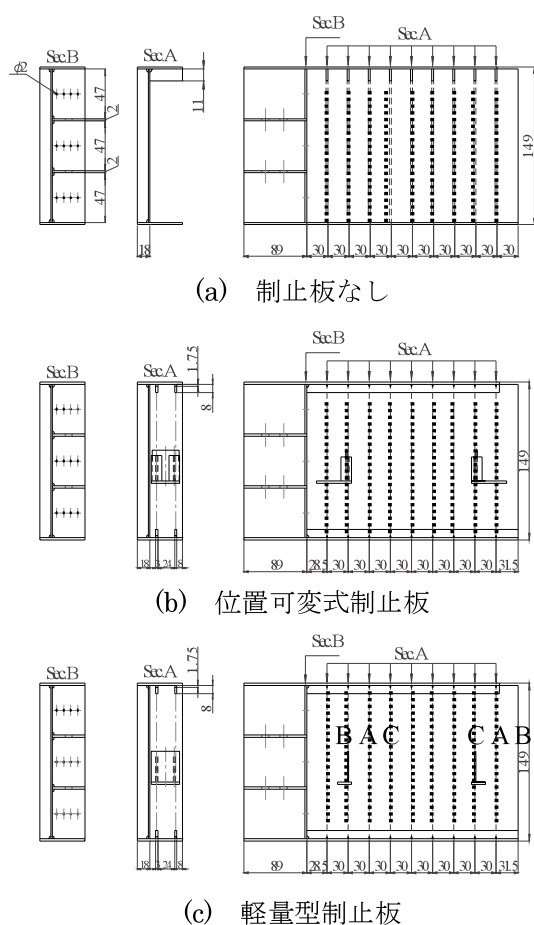


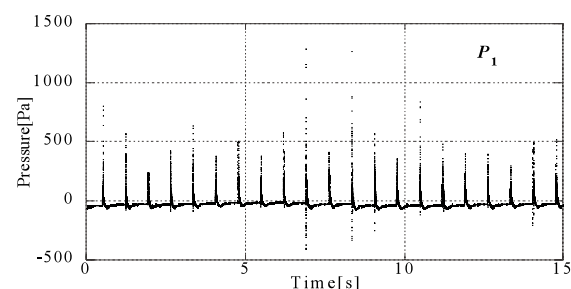
図 2 内部構造物

を図 3.2 と 3.3 に示す. 図 3.2 は圧力タンク頂部圧力  $P_1$ , 図 3.3 はタンク側部圧力  $P_2$  である. 図で, (a) 制止板なし, (b) 可変式, (c)~(e) は軽量型である. 図中の  $f_1$ ,  $f_6$ ,  $f_8$  は水位 40, 60, 80% での固有振動数で, 荒井<sup>(2)</sup> による次式で計算している.

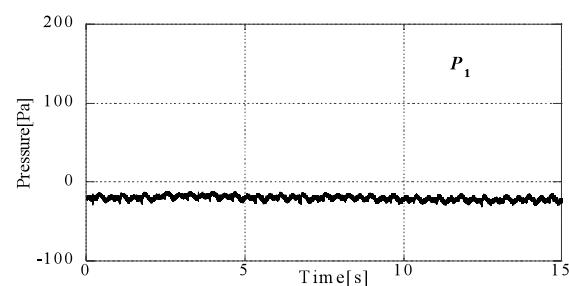
$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi g}{l} \tanh\left(\frac{\pi h}{l}\right)}$$

ここで、 $h$ : 水位、 $l$ : タンク長さ

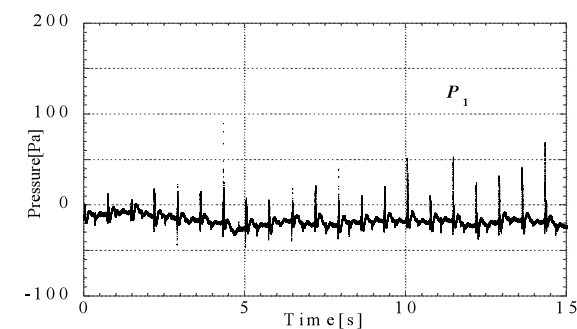
図 3.2(a)から分かるように固有振動数近くで最大圧のピーク(ピーク圧)が表れている。これはビデオ映像でも確認したが、固有振動数近傍での共振



(a) 制止板なし



(b) 位置可變式制止板



(c) 輕量型制止板(位置 C)

図 3.1 振幅  $10.5^\circ$ ，振動数  $1.4\text{Hz}$ ，水位 80%

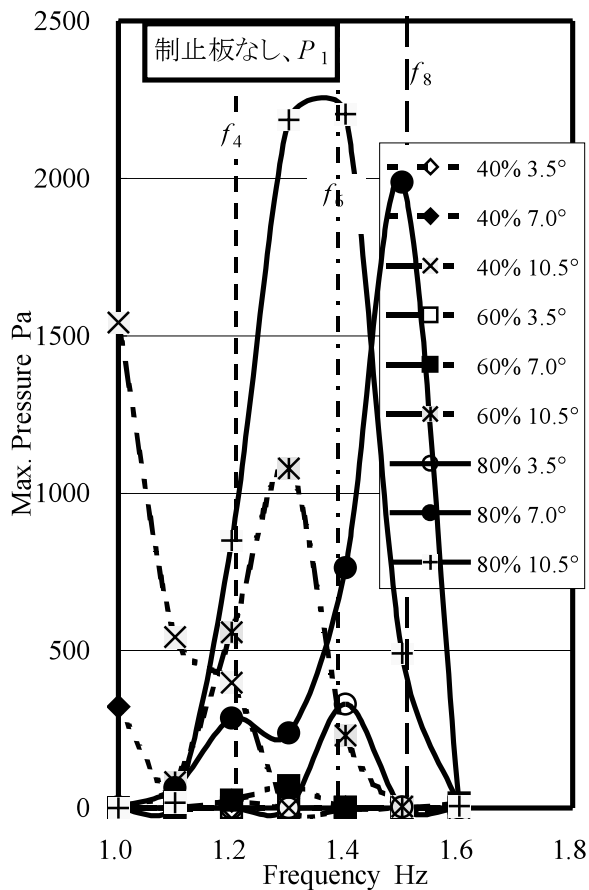
# 軽量型制止板によるスロッシング圧力の低減について

によると考えられる．ピーク圧の振動数と固有振動数の差は，構造物の運動に伴う流体運動の影響が式に入っていないためと考えられる． $P_1$  の図 3.2(a)～(e)を比較すると，可変式の場合スロッシング低減効果が最も大きいことがわかる．軽量型の場合，その効果は可変式ほどではないがかなりの低減が得られている．しかし，その取付け位置により低減効果が変化し，タンクの端に最も近い位置 B の場合がその効果が最も大きい．

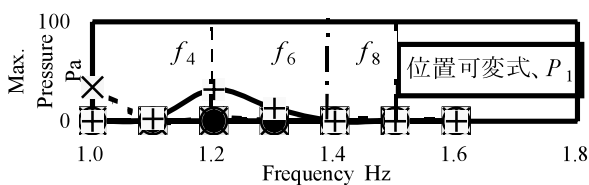
図 3.3 (a)～(e)を比較すると，制止板なしの場合  $P_2$  のピーク圧は  $P_1$  の約半分である．制止板の効果は， $P_1$  と同様に，軽量型の場合も低減効果はある

り B 位置での効果が大きい，可変式の場合が最も大きい．

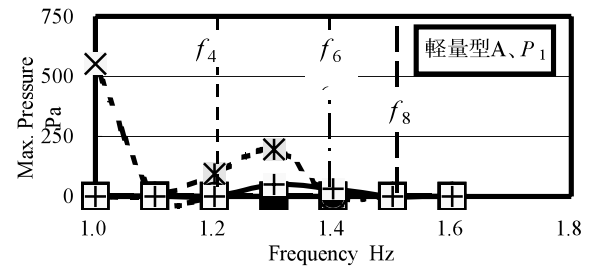
図 3.4 に各制止板に対する  $P_1$  のピーク圧の関係を示している．図から制止板の効果は，軽量型 C → 軽量型 A → 軽量型 B → 可変式と大きくなっている．軽量型も低減効果は大きい，取付け位置により変化し，タンクの端に近いほど効果が大きい．この場合取付け位置に注意を払う必要がある．



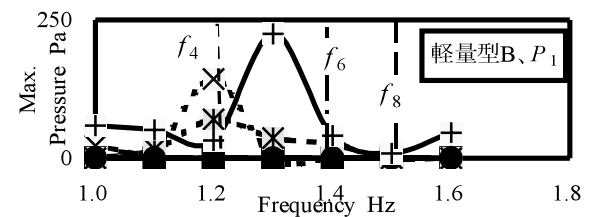
(a) 制止板なし



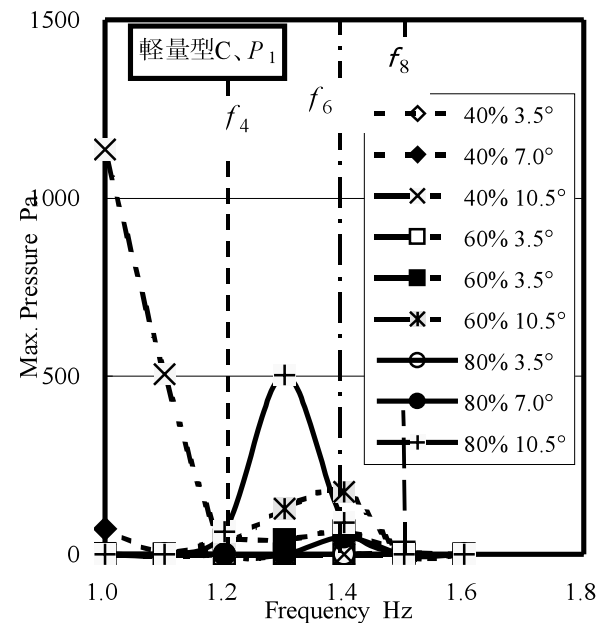
(b) 位置可変式制止板



(c) 軽量型制止板(位置 A)

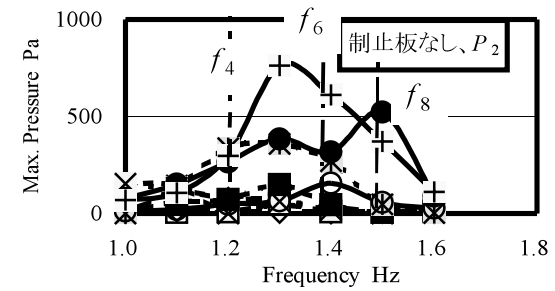


(d) 軽量型制止板(位置 B)

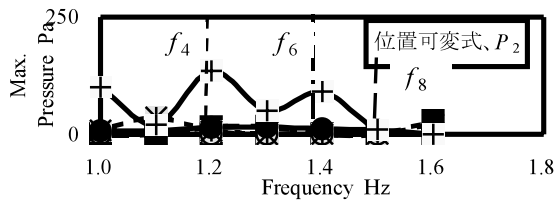


(e) 軽量型制止板(位置 C)

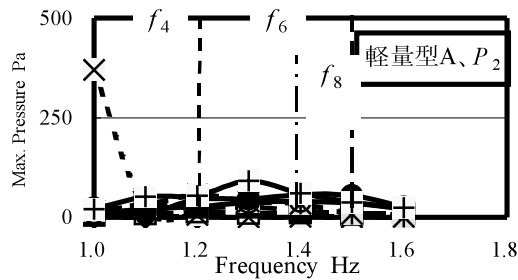
図 3.2  $P_1$  の最大圧力



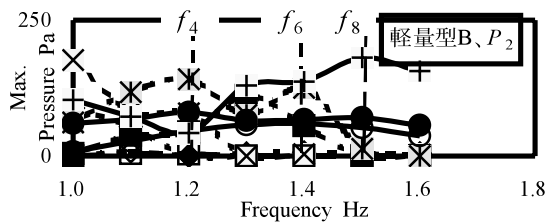
(a) 制止板なし



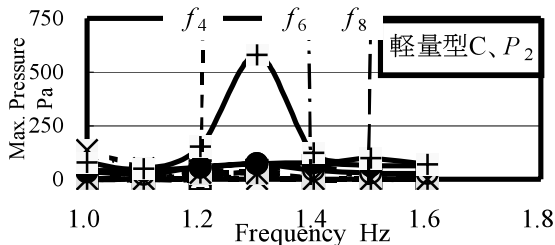
(b) 位置可変式制止板



(c) 軽量型制止板(位置 A)



(d) 軽量型制止板(位置 B)



(e) 軽量型制止板(位置 C)

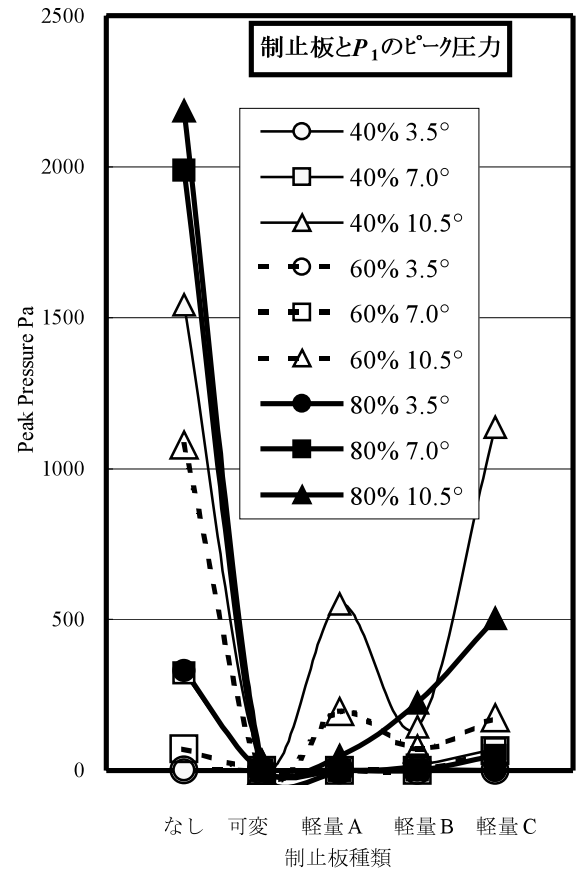
図 3.3  $P_2$  の最大圧力

図 3.4 制止板の効果

#### 4. まとめ

タンク内制止板のスロッシング衝撃圧の低減効果を調べるため、位置可変式制止板、軽量型制止板について実験を行い、次のことが得られた。

- (1)位置可変式制止板によるスロッシング低減効果が最も大きい。
- (2)軽量型制止板も低減効果は大きい、取付け位置により変わり、タンク端近くが効果大である。

おわりに、本研究に協力していただいた卒研生 木下、山中君に感謝いたします。

#### 参 考 文 献

- (1)加藤ほか3名, 西部造船会会報, 98(1999), 89.
- (2)荒井誠, 石川島播磨技報, 25, 6(1985), 360.
- (3)竹本ほか5名, 日本造船学会論文集, 176(1994), 399.
- (4)原, 森田, 日本機械学会長崎講演会投稿中.